

УДК 615.84

*І.О. Дупляк, студент гр. ПБ-82, М.Ф. Терещенко к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ТЕРАПІЇ

Анотація. Запропоновано та досліджено автоматизовану систему ультразвукової терапії (АСУТ), яка використовує направлену дію ультразвуку на біологічні тканини (БТ), стимулюючи їх. Автоматизована система забезпечує контроль вихідних параметрів ультразвукового випромінювача (УЗВ) – інтенсивності та тиску ультразвуку в зоні акустичного контакту з біологічною тканиною і забезпечена можливістю діагностики стану біосередовища за параметрами: температури, пульсу, артеріального тиску під час процедури і забезпечена зворотнім зв'язком для оцінки ефективності терапевтичного впливу. Запропонована структура, схема та вдосконалений принцип побудови автоматизованої системи.

Ключові слова: автоматизована система, ультразвукова терапія, стимуляція та терапія біологічних тканин.

ВСТУП

У наш час з'явився великий попит на пристрої поширення інформації, такі як комп'ютер і смартфон, але користуючись ними, людина не помічає, як її опорно-рухова система відвикає від звичних навантажень і навіть найменша фізична активність може призвести до травми. Для лікування ушкоджень, як м'яких тканин людини, так і кісток, широкого розповсюдження отримали системи ультразвукової терапії, які можуть частково або повністю усунути ці проблеми [1]. Також ці системи використовуються у косметичній галузі для лікування шкіри та корекції фігури [2]. Ультразвукова терапія використовує з лікувальною метою механічні коливання хвиль, частоти яких знаходяться в межах $(2 \cdot 10^4 - 10^{10})$ Гц. Для генерування ультразвукових (УЗ) хвиль, використовують УЗ – випромінювач [3]. Але найефективнішими є автоматизовані системи ультразвукової терапії з вбудованою експрес-діагностикою, про які в подальшому і буде йти мова [4].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ І КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ

Проведемо огляд діючих апаратів та систем ультразвукової терапії.

У фізіотерапевтичних кабінетах та відділеннях, де проводиться ультразвукова терапія, можна спостерігати і відчути на собі дію різних ультразвукових терапевтичних систем. До сучасніших можна віднести такі апарати: «МИТ – 11» (НМЦ «Медінтех»), «УЗТ – 13.01 Ф-Р» («Радмір») і «Sonic – Stimu Pro UT1041» («Біомед») [5]. Всі апарати, що було названо, належать до українського ринку виробництва.

Зазвичай апарати працюють в одному з двох режимів: імпульсному або безперервному при трьох основних частотних діапазонах: 22 – 44 кГц, 800 – 900 кГц і близько 3000 кГц. Щодо впливу на організм, то він може бути як загальним (вплив на всі органи і системи організму), так і місцевим: точковим або площинним.

Новітні УЗ – апарати, наприклад випущені компанією «BTL Medical technologies», все частіше відходять від стаціонарного методу установки і за цим критерієм поділяються на портативні, пересувні і комбіновані (ті, що можуть закріплюватись десь або бути доволі мобільними) [6].

Основним критерієм, що невинно розвивається в наслідок вдосконалення технологій, є методи управління приладами, що, в свою чергу, мають такі різновиди:

- метод комп'ютерного управління;
- метод мікропроцесорного управління;
- метод мікроконтролерного керування;
- комбіновані методи.

Запропонована загальна класифікація представлена детально на рис. 1.

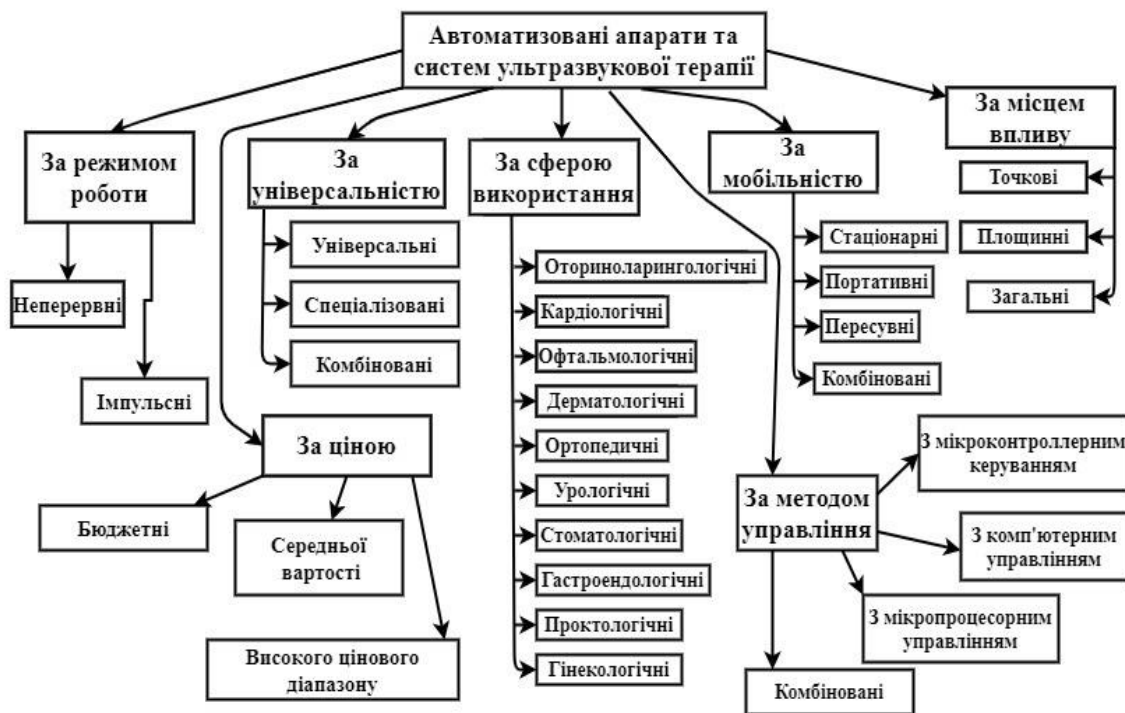


Рис. 1. Класифікація автоматизованих апаратів та систем ультразвукової терапії

Нами спільно з НТЦ «Медінтех» була розроблена автоматизована система ультразвукової терапії, для якої характерні наступні класифікаційні особливості: декілька імпульсних режимів, є доволі коштовним, за універсальністю і мобільністю являється комбінованим, використовується для різного місця впливу і у всіх сферах, що були представлені на схемі (потрібно використовувати різну форму ультразвукових випромінювачів) і управляється за допомогою мікропроцесора.

ПРИНЦИП ПОБУДОВИ ТА СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ

Системи ультразвукової терапії не можуть обійтись без застосування принципів адаптивного контролю стану біологічної тканини. Такі системи, а в особливості, автоматизовані ультразвукові системи терапії з контролем параметрів біологічної тканини необхідні в сучасній медичній практиці [7].

Основною задачею розробки такої системи ультразвукової терапії з контролем параметрів біосередовища є суттєве розширення функціональних можливостей за рахунок використання системи температурного контролю, накопичення та зняття необхідної для діагностики інформації, за допомогою

різних датчиків. Забезпечення допустимого рівня безпеки та ефективного використання терапевтичних процедур .

Спроектовану нами автоматизовану систему ультразвукової терапії біологічних тканин (БТ) з діагностикою температур і тиску можна умовно поділити на дві основні частини:

1) контур генератора, до якого входять – блок фіксованих частот, варіатор частоти і фази, блок сигналів для електростимуляції, блоки керування, контролю і індикації, комутації, низькочастотних коливань і підсилювач потужності;

2) вимірювальні датчики і випромінювачі – вимірювачі коливань, напруги, ультразвуковий випромінювач, два п'єзоелектричних ультразвукових випромінювача, три тензодатчика і три датчика тиску.

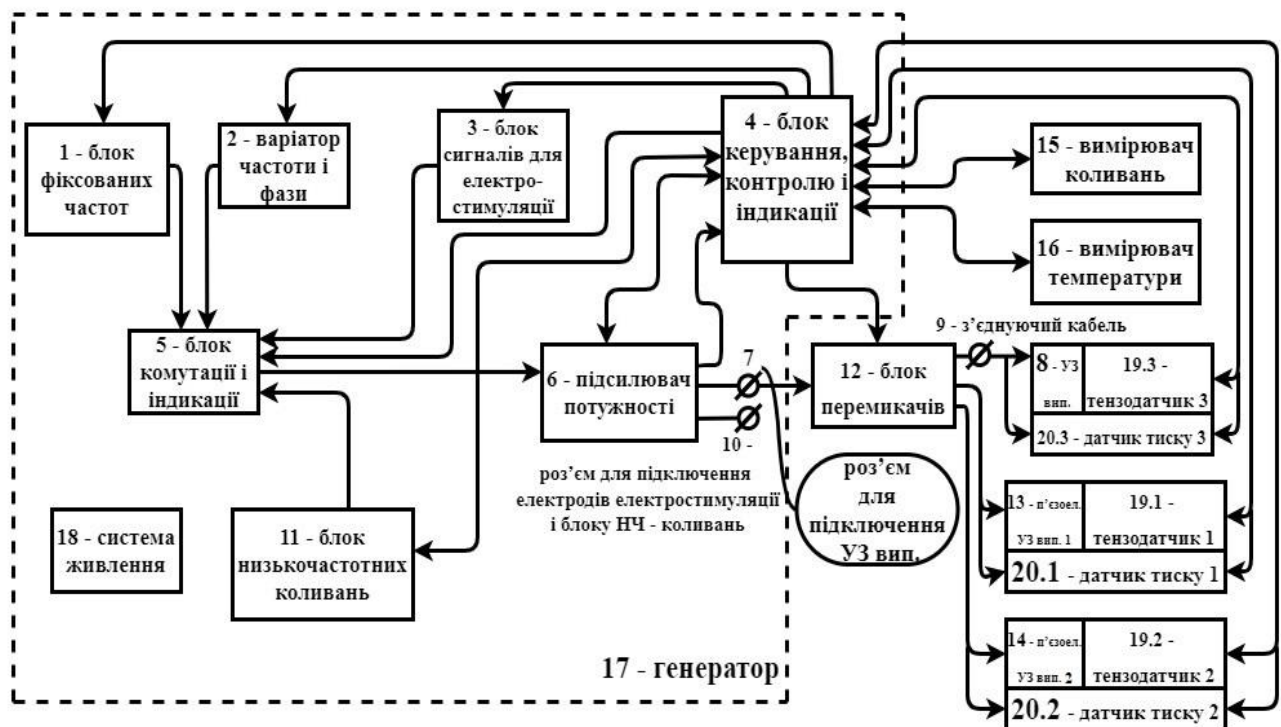


Рис. 2. Структурна схема автоматизованої системи ультразвукової терапії

В АСУТ суттєво зменшений головний недолік попередніх апаратів, а саме низька точність, і майже відсутній людський фактор при проведенні процедури, так як система має зворотній зв'язок з тензодатчиків, датчиків температури і тиску, який автоматично підлаштовує вплив без участі фізіотерапевта.

На рис. 2 представлена структурна схема автоматизованої системи ультразвукової терапії. Всі функціональні елементи з'єднані з блоком керування, контролю й індикації, а елементи зчитування інформації мають з ним зворотній зв'язок. Цей блок є основою складовою автоматизації даної системи, так як всі дані оброблюються ним, і саме цей блок встановлює параметри впливу на пацієнта.

Основною перевагою розробленої системи АСУТ є застосування більшої кількості різноманітних вимірювачів: тензодатчиків, датчики тиску, реєстраторів температури, пульсу та параметрів серцево-судинної системи. Всі

вимірювальні перетворювачі, знаходяться на робочій поверхні ультразвукових (УЗ) випромінювачів, що в свою чергу мають контакт з поверхнею тіла пацієнта.

ВИСНОВКИ

Розроблена автоматизована система ультразвукової терапії біологічних тканин (БТ) з контролем температури є ефективною адаптивною системою, бо майже виключає людський вплив на хід процедури та підвищує точність проведення процедури із забезпеченням біотропного зворотнього зв'язку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 444 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>
- [2] Терещенко М.Ф. Біофізика: практикум / М.Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 288 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28227>
- [3] М. Ф. Терещенко, А. Ю. Кравченко, М. В. Чухраєв, А. Ю. Курлянцева, “Вплив ультразвуку терапевтичних інтенсивностей на кластерну структуру дистильованої води”, Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Приладобудування, №51(1), с. 126-131, 2016.
- [4] Терещенко М.Ф. Біофізика: лабораторний практикум / М.Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019.- 176 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31467>
- [5] Дорошук, І. А. Автоматизована система стимуляції і діагностики біологічних тканин / Дорошук І. А., Терещенко М. Ф. // XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна : збірник праць конференції / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. – С. 344–347.
- [6] A. V. Kyrylova, M. F. Tereshchenko, H. S. Tymchyk, V. Yu. Rudyk, «Alhorytm avtomatyzovanoho otsiniuvannia vplyvu ultrazvuku na biolohichnu tkanynu», Visnyk of NTUU «KPI». Series Instrument Making, vol. 5, pp. 98-102, 2013
- [7] М.Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, М. В. Чухраєв, А.Ю. Кравченко, Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія . Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. ISBN 978-966-622-874-4, <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25501>.

Наук. керівник – к.т.н., доцент. Терещенко М.Ф.